

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-351281

(43)Date of publication of application : 07.12.1992

(51)Int.Cl.

B23K 26/00  
 B23K 26/06  
 B23K 26/08  
 G02B 9/58  
 G02B 26/02  
 H01L 21/027  
 H01S 3/109  
 H01S 3/11

(21)Application number : 02-414118

(71)Applicant : MID:KK  
JVF INC

(22)Date of filing : 26.12.1990

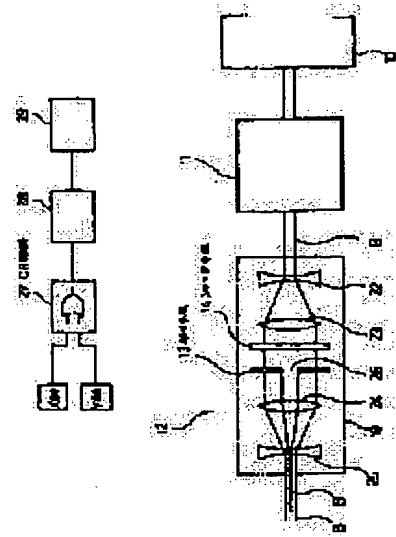
(72)Inventor : ISHIYAMA NORITAKA

## (54) YAG LASER BEAM MACHINE FOR PRECISELY MACHINING THIN FILM

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To stably machine a workpiece to be machined even when a moving speed of the workpiece to be machined is varied by preparing an aperture means and a shutter means in an optical system and controlling the pulse irradiation of laser beams based on each data of an XY table.

**CONSTITUTION:** A spot diameter of a spot formed via a condensing lens is made to be smaller by thinning a diameter of laser beams B with an aperture means 13 provided between lenses in an optical system. The irradiation of the laser beams B to a workpiece to be machined is controlled with a shutter means 14 and precise machining is stabilized. An XY table is provided with a controller over the laser beams B, and the movement of the XY table 3 is detected with a linear encoder and a rotary encoder. A theoretical value is obtained with an OR circuit 27 with respect to each data relating to a detected X movement and Y movement, and the output is inputted into a laser irradiation control circuit 29 via a (n) times circuit 28. Moreover, the aperture means 13 and the shutter means 14 are arranged between a convex lens for parallelizing and a convex lens 24 for converging.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-351281

(43) 公開日 平成4年(1992)12月7日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/00	H	7920-4E		
28/06	E	7920-4E		
28/08	D	7920-4E		
G 0 2 B 9/58		8106-2K		
		7352-4M		
			H 0 1 L 21/30	3 2 1
			審査請求 未請求	請求項の数 1 (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平2-414118  
(22) 出願日 平成2年(1990)12月26日

(71) 出願人 592062622  
株式会社エムアイデー  
神奈川県川崎市多摩区登戸369  
(71) 出願人 592096753  
ジエーヴィエフ インク  
JVF INCORPORATED  
イギリス領 ケイマン諸島 グランドケイ  
マン ジョージタウン ウェストウインド  
ビルディング ピー. オー. ボックス  
1040  
(74) 代理人 弁理士 高月 猛

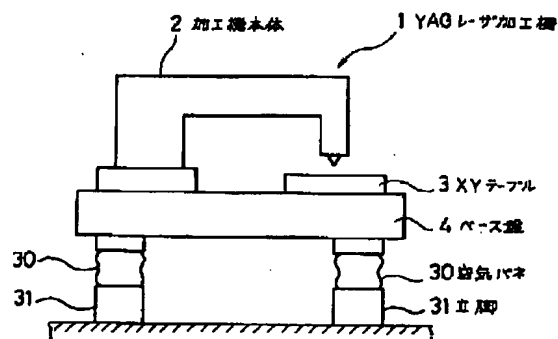
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜精密加工用のYAGレーザー加工機

(57) 【要約】

【目的】 薄膜を高精度で加工するためのYAGレーザー加工機の提供を目的としている。

【構成】 この発明のYAGレーザー加工機は、加工機本体が、レーザービームのビーム径を細くするための絞り手段を備え、また発振器の外にレーザービーム照射のON・OFF制御のためのシャッタ手段を備え、またレーザービームの高調波化手段を備えており、また、加工機本体を載せるベース盤が中実な石材で形成され且つ空気ばねを介在させた複数の立脚上に載置され、さらに、XYテーブルのX動及びY動に関するパルス信号をOR回路にて処理するようにしている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Qスイッチ発振の発振器から発振されたレーザビームを、複数のレンズからなる光学系で導き、光学系の先端にある集光レンズによりスポット状に集光させて被加工物に照射するようにしてなる加工機本体と、被加工物を載せるXYテーブルと、及び加工機本体とXYテーブルを載置するベース盤とからなるYAGレーザ加工機に於いて、加工機本体は、光学系を形成するレンズの間に、レーザビームの外周部分を遮断してそのビーム径を細くするための絞り手段を設けると共に、発振器の外に、レーザビーム照射のON・OFF制御を行うシャッタ手段を設け、さらに、レーザビームを高調波にする高調波化手段を設けてなり、ベース盤は、中実な石材で形成されており、且つ空気ばねを介在させた複数の立脚上に載置され、XYテーブルは、X動及びY動に関する各データをエンコーダーにてパルス信号として取得すると共に、これらの各データをOR回路にて処理し、そしてOR回路よりの出力に基いてレーザビームのパルス照射を制御するようにした制御手段を備えていることを特徴とする薄膜精密加工用のYAGレーザ加工機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、YAGレーザ加工機に関し、殊に、例えばプリント基板製造工程や半導体製造工程で微細なパターンを直接的に描画するような加工に好適な薄膜精密加工用のYAGレーザ加工機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 YAGレーザは、発振波長が $1.06\mu\text{m}$ という比較的短波長であり、また高平均出力を得易く、しかも装置が比較的コンパクトである等の特徴を有しており、小物加工や微細加工の分野に多く用いられている。しかし、微細加工と言っても従来可能であった微細加工は、例えば、半導体の製造分野に例をとると、ICパッケージのマーキング加工や、リペア、つまりICの製造工程で用いられるフォトリソの欠陥修正加工のようなもので、必ずしもその能力や特性を十分に活かした利用とは言えないものであった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 そこで、当発明者は、YAGレーザの特性を十分に活かしてより高精度な微細加工を可能とし、例えば高実装密度のプリント基板の製造工程や半導体製造工程で用いるフォトリソにパターンを直接的に描画するようなより加工価値の高い加工を可能とするYAGレーザ加工機の開発を進めて来た。このような高精度な微細加工の実現においてもっとも問題になるのは、如何に効率よくビーム径を細くして被加工物に照射されるビームスポットの径を小さくし且つ精密にするかであり、また、得られた細いビームを如何に安

定した条件、つまり装置の振動や加工速度の変化による加工のバラツキや、発振器の発振状態のバラツキ等が少なくして常に一定した条件で加工できるようにするかである。すなわち、この発明は、前記の如き諸課題を解決することによりなされたもので、薄膜精密加工用のYAGレーザ加工機の提供を目的としている。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 この発明による薄膜精密加工用のYAGレーザ加工機は、Qスイッチ発振の発振器から発振されたレーザビームを、複数のレンズからなる光学系で導き、光学系の先端にある集光レンズによりスポット状に集光させて被加工物に照射するようにしてなる加工機本体と、被加工物を載せるXYテーブルと、及び加工機本体とXYテーブルを載置するベース盤とからなるもので、その加工機本体は、光学系を形成するレンズの間に、レーザビームの外周部分を遮断してそのビーム径を細くするための絞り手段を設けると共に、発振器の外に、レーザビーム照射のON・OFF制御を行うシャッタ手段を設け、さらに、レーザビームを高調波にする高調波化手段を設けてなり、また、そのベース盤は、中実な石材で形成されており、且つ空気ばねを介在させた複数の立脚上に載置され、さらに、そのXYテーブルは、X動及びY動に関する各データをエンコーダーにてパルス信号として取得すると共に、これらの各データをOR回路にて処理し、そしてOR回路よりの出力に基いてレーザビームのパルス照射を制御するようにした制御手段を備えている。

## 【0005】

【作 用】 このYAGレーザ加工機によれば、絞り手段でレーザビームの外周部分を遮断することによりビーム径が細くされているが、これは、レーザビームの外周部分がエネルギー分布からみてこの部分を捨てても薄膜加工の場合には実用上余り加工エネルギー効率に影響しないという知見に基づくものである。また、このようにしてビーム径を細くすることにより、レーザビームの外周部分に含まれるランダムなピークを持つ不良成分を除去でき、ビームスポットをより精密なものにできる。さらに、絞り手段を光学系のレンズの間に設けるようにしているが、このような構成とすることにより、レーザビームによる絞り手段の損傷を避けることができる。すなわち、光学系のレンズの間で拡大されたレーザビームは拡大率に応じてそのエネルギー密度が低下するので拡大状態のレーザビームであれば絞り手段が損傷を受けずに済むということである。

【0006】 また、このYAGレーザ加工機は、レーザビーム照射のON・OFF制御は発振器外のシャッタ手段にて行うことができ、加工作業中に発振器の停止・起動を行わなくとも済む。これにより、精密加工をより安定的に行えるようになる。すなわち、Qスイッチ発振は一般に連続的に発振させている時には安定的な発振が得

られるが、使い始めの起動や途中で発振を止めた後の起動の初期に出力が不安定化するという性質を持っており、この僅かな出力の不安定化でも薄膜の精密加工には少なからざる影響を及ぼすが、本加工機によれば加工中に発振器の停止・起動を行わずに済み、起動初期の出力不安定化の影響を避けることができる。

【0007】また、このYAGレーザ加工機は、レーザビームを高調波化手段により高調波化して用いるようにしているので、ビームスポット径のより一層の微細化が実現でき、この高調波によるビームスポット径の微細化は、薄膜の加工について1.06 $\mu$ mの基本波長の場合に比べ飛躍的な変化をもたらす。すなわち、径を機械的に小さくできることは当然として、高調波化により得られるエネルギーの高密度化が薄膜の加工に対し思いがけない適性を持っており、基本波長の場合では生じ易いドロスの発生を全く見ないような精密な加工が可能となる。

【0008】さらに、このYAGレーザ加工機は、ビームスポット径の微細化及び精密化をもたらす前記の各要素に加えて、ビーム照射についての条件をより安定的にするための要素を備えている。すなわち、ベース盤が中実な石材で形成され且つ空気を介在させて立脚上に載置されており、振動に対し極めて安定的になっているので、微細スポットビームを被加工物に対しより正確に照射することができ、また、XYテーブルのX動及びY動に関する各データをエンコーダーにてパルス信号として取得し、このデータに基づいてレーザビームのパルス照射を制御するようにしているので、X・Y動の速度と無関係な一定の距離間隔によりレーザビームのパルス照射を行うことができ、被加工物の移動速度変動による切断状態の不安定化という現象が避けられ、加工の精密性のより一層の向上が図られている。

【0009】

【実施例】以下、この発明の実施例を説明する。この実施例によるYAGレーザ加工機1は、図1に示すように、加工機本体2、XYテーブル3、及びこの両者を載せるベース盤4よりなっている。加工機本体2は、図2に示すように、発振器10、高調波化手段11、及び光学系12を備え、図3に示すように、光学系12内に絞り手段13、及びシャッタ手段14を備えている。

【0010】発振器10は、YAGロッド15、前後一対の反射ミラー16、16、Qスイッチ17、及びアパーチャ18を備え、Qスイッチ17の操作によりQスイッチ発振を行えるようになっており、また、発振されるレーザビームBのビーム径がアパーチャ18により一定の径となるようになっており、ここで、一定の径とは、発振器2から発振可能な範囲で出来るだけ絞った径のことで、この例では1.3mmとなるようにされている。

【0011】高調波化手段11は、発振器10から波長1.06 $\mu$ mで発振されたレーザビームBを高調波化するた

めのもので、この例では第2高調波（波長532nm）が得られるものを用いている。光学系12は、発振器10からのレーザビームBの平行性をより高めるための平行化用光学系19、及び平行化用光学系19から出たレーザビームBをスポット状に集光させて被加工物Mに照射するための集光レンズ20、それに平行化用光学系14と集光レンズ15との間で光路を90°変化させるために設けられた反射ミラー21により形成されている。平行化用光学系19は、図3に示すように、入射側から順に拡大用凹レンズ22、平行化用凸レンズ23、縮小用凸レンズ24、及び平行化用凹レンズ25を配列している。そして、ここを通るレーザビームBは、拡大用凹レンズ22で所定倍率、この例では5倍に拡大された状態で平行化用凸レンズ23で平行化され、それから縮小用凸レンズ24で1/5に縮小された後、平行化用凹レンズ25で平行化されることにより、より高い平行度が得られるようになっている。

【0012】絞り手段13は、1.3mmの径で発振器10から発振されたレーザビームBの径をより細くして集光レンズ20によるスポットのスポット径をより小さくするためのもので、必要な縮細度に応じた例えば1mmの径の通孔26を有する板状体として形成され、通孔26の中心が光路の中心に来るようにして平行化用凸レンズ23と縮小用凸レンズ24との間に配されており、通孔26以外の部分についてレーザビームBを遮断できるようにしている。尚、この絞り手段13は、通孔26の径の異なるものと交換することにより縮細度を変えることができるようになっている。したがって、絞り手段13が介在させられた平行化用光学系19を通過するレーザビームBは、平行化用凸レンズ23と縮小用凸レンズ24との間で絞り手段13によりその径が機械的に絞られると共に、外周部分における不良成分が除去され、この不良成分が除去されてより精密化された例えば1mm径の状態で縮小用凸レンズ24に入り、最終的には0.2mm径となって集光レンズ20に入ることになる。この結果、従来のものに比べ格段に細くなった約2~5 $\mu$ mというスポット径が得られ、例えば、4メガビットクラスの半導体の製造で用いるフォトリソパターンを直接的に描画するような加工、さらには半導体の基材にパターンを直接的に描画するような加工も可能となっている。尚、図中に絞り手段13を用いなかった場合のレーザビームBの状態を2点鎖線で示してある。

【0013】シャッタ手段14は、絞り手段13と同じく、平行化用凸レンズ23と縮小用凸レンズ24との間に配されている。このシャッタ手段14は、レーザビームBの被加工物Mへの照射のON・OFF制御を行うためのもので、このように発振器10の外に設けシャッタ手段14でレーザビーム照射のON・OFF制御を行うことにより、精密加工をより安定的に行えるようになる。すなわち、このようなシャッタ手段14を用いるこ

5

とにより、加工中に発振器の停止・起動を行わずに済み、起動初期の出力不安定化の影響を避けることができる。尚、シャッタ手段14の細かな構造については、従来より知られているものを適宜に利用できるので、その説明を省略している。

【0014】ここで、絞り手段13及びシャッタ手段14を平行化用凸レンズ23と縮小用凸レンズ24との間に配したのは、レーザビームBによる絞り手段13及びシャッタ手段14の損傷を避けるためである。すなわち、平行化用凸レンズ23と縮小用凸レンズ24との間では前述のようにレーザビームBが5倍に拡大されており、そのエネルギーが1/5となっているので、ここに設ければ、絞り手段13及びシャッタ手段14を損傷させずに済む。

【0015】XYテーブル3は、図4に示す制御系統図にみられるようなレーザビームの制御手段を備えている。このレーザビームの制御手段は、リニアエンコーダやロータリエンコーダでXYテーブル3の動き、あるいはXYテーブル3の駆動源であるモータ（図示せず）の作動状態を検出し、この検出したX動とY動に関する各データについてOR回路27で論理和を取り、その出力をn倍回路28を介してレーザ照射制御回路29に入力させている。より具体的には、X動及びY動のそれぞれについて一定の距離間隔に応じてパルス信号を取得し、X動、Y動いずれかのパルス信号があればこれに応じてレーザビームのパルス照射を行うもので、レーザビームのパルス数については、n倍回路27の介在により、X・Y動の各パルス信号一つ当たりn個となるようになっている。このように、X・Y動に関する各データをエンコーダにてパルス信号として取得し、このデータに基づいてレーザビームのパルス照射を制御するようにしたことにより、X・Y動の速度と無関係な一定の空間的間隔によりレーザビームのパルス照射が行え、例えば、コーナー部における避け得ない減速による被加工物の移動速度の変動に起因する切断状態不良という現象を避けられる。しかも、X・Y動のデータをコンピュータに比べ格段に高速で処理が可能なOR回路27で処理するようにしているので、従来に比べより高速での処理が可能となる。

【0016】ベース盤4は、例えば花崗岩のような比較的比重の大きな石材で中実形成され、しかも空気ばね30を介在させて4本の立脚31、31……に支持されている。尚、この例では「空気ばね」としてベローズ式の空気ばね30を用いているが、これに限られずその他適宜のものを用いることができる。このようなベース盤4の特徴は周囲からの振動の影響を有効に遮断できると

6

いう点である。すなわち、空気ばね30による効率的な振動吸収性と、石材で中実形成したことによる大きな振動遮断性とが有機的に協働し、設置床を通して伝わって来る周囲からの振動を有効に遮断することができる。

【0017】

【発明の効果】この発明によるYAGレーザ加工機は、以上説明してきた如く、絞り手段によりレーザビームの外周部分を遮断することによりビーム径を細くし且つより精密なものとし、また、レーザビーム照射のON・OFF制御は発振器の外に設けシャッタ手段にて行うことによりレーザビーム出力を安定化させ、また、高調波化手段を設けてレーザビームを高調波化させることにより、ビームスポット径の微細化及び精密化が図られ、また、ベース盤を中実な石材で形成し且つ空気ばねを介在させて立脚上に載置することにより耐振動性の向上が図られ、さらにまた、XYテーブルのX動及びY動に関する各データをエンコーダにてパルス信号として取得し、このデータに基づいてレーザビームのパルス照射を制御するようにすることにより、被加工物の移動速度変動に際しても安定的に加工できるようにしているので、例えば、高実装密度のプリント基板の製造工程や半導体製造工程で用いるフォトマスクにパターンを直接的に描画するような非常に高精密な加工が可能となっている。

【0018】

【図面の簡単な説明】

【図1】YAGレーザ加工機の側面図である。

【図2】加工機本体の概略構成図である。

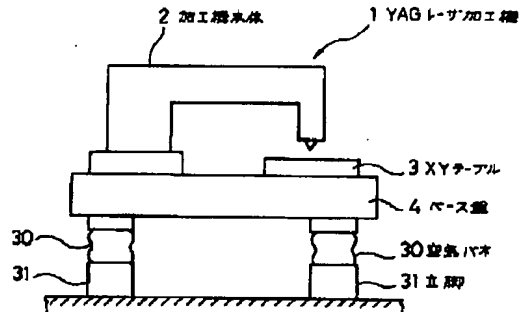
【図3】平行化用光学系と絞り手段及びシャッタ手段との関係を示す概略構成図である。

【図4】レーザビームの制御手段の制御系統図である。

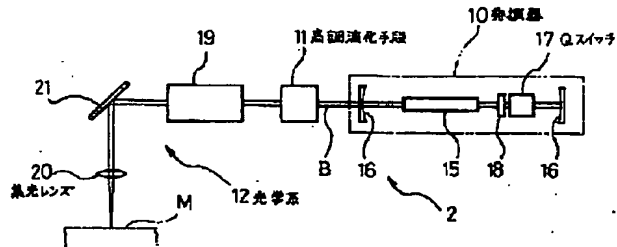
【符号の説明】

- 1 YAGレーザ加工機
- 2 加工機本体
- 3 XYテーブル
- 4 ベース盤
- 10 発振器
- 11 高調波化手段
- 12 光学系
- 13 絞り手段
- 14 シャッタ手段
- 17 Qスイッチ
- 20 集光レンズ
- 27 OR回路
- 30 空気ばね
- 31 立脚

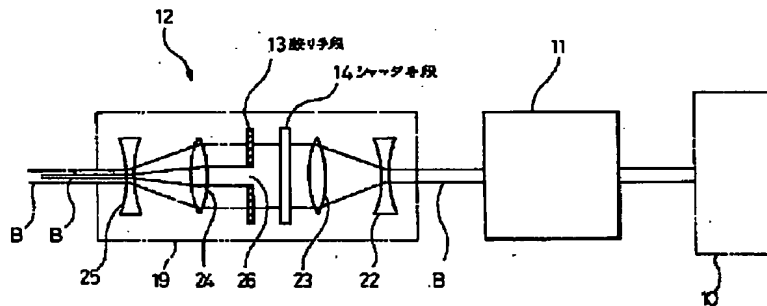
【図1】



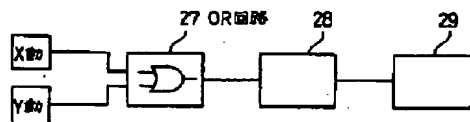
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 26/02

H 0 1 L 21/027

H 0 1 S 3/109

3/11

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 7820-2K

7630-4M

7630-4M

(72) 発明者 石山 里丘

神奈川県川崎市高津区坂戸100番地1 株  
 式会社マテリアルアンドインテリジェント  
 デバイス研究所内